



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní



Katedra :

Bakalářský studijní program:

Zaměření:

Obrábění a montáž

Materiály a technologie

Obrábění a montáž

Výrobní postup speciálního šroubu ve firmě Decoleta a.s.
Jihlava

Manufacturing process of special screw in company Decoleta a.s.
Jihlava

KOM – 1213

Erika Radmila Mareš

Vedoucí práce: doc. Ing. Karel Dušák, CSc.

Konzultant: Ing. Vladimír Přibyl (Decoleta a.s.)

Počet stran: 57

Počet tabulek: 4

Počet obrázků: 5

Datum: 23.5.2013

ANOTACE

Označení BP: *S07000435*

Řešitel: *Erika Radmila Mareš*

Výrobní postup speciálního šroubu ve firmě Decoleta a.s.

ANOTACE:

Tato bakalářská práce se zabývá výrobním postupem speciálního šroubu pro firmu Decoleta a.s. se sídlem v Jihlavě.

První část se zabývá teoretickým rozbořem problematiky tvorby výrobního postupu se všemi souvisejícími aspekty. V hlavní části práce je řešen samotný návrh výrobního postupu, včetně programu pro soustružení, na základě zadávací dokumentace poskytnuté firmou Decoleta a.s. Součástí závěru bakalářské práce je i ekonomická rozvaha výroby zadané součásti.

Manufacturing process of special screw in company Decoleta a.s.

ANNOTATION:

This bachelor thesis deals with manufacturing process of special screw for company Decoleta a.s. based in Jihlava.

The first part of thesis deals with theoretical analysis of issue of creating of manufacturing process with all related aspects. The main part of thesis is focused on creating of manufacturing process, including program for turning machine, based on customer's specification documents, which were provided by company Decoleta a.s. Part of conclusion is also economical analysis of producing required component.

Klíčová slova: výrobní postup, program pro soustružení, soustružnický automat, speciální šroub

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2013

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 57

Počet obrázků: 5

Počet tabulek: 4

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářní práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářní práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářní práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářní práce a konzultantem.

Datum: 23.5.2013

Podpis

Poděkování:

Ráda bych poděkovala doc.Ing.Karlu Dušákovi, CSc. za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce. Dále děkuji společnosti Decoleta a.s. za možnost absolvování stáže, která mě obohatila po profesní i lidské stránce, a za poskytnuté informace a především Ing. Vladimíru Příbylovi za odborné rady a cenné připomínky.

A také bych chtěla poděkovat svojí rodině, která mě podporovala a stála za mnou.

**Obsah**

1. ÚVOD	7
1.1 Decoleta a.s.	7
1.1.1 Historie společnosti	7
1.1.2 O firmě.....	7
2. ZÁSADY PRO TVORBU VÝROBNÍHO POSTUPU	11
2.1 základní pojmy.....	11
2.2 Tvorba Výrobní postup	13
2.2.1 Zadání	14
2.2.2 Rozbor.....	15
2.2.3 Návrh výrobního postupu	15
2.2.4 Obsah (popis) operací	16
2.2.5 Stroj (zařízení)	16
2.2.6 Nářadí	16
2.2.7 Technologické podmínky	17
2.2.8 Spotřeba času	17
2.2.9 Kvalifikace operátora.....	18
3. VÝROBNÍ POSTUP SPECIÁLNÍHO ŠROUBU.....	19
3.1 Zadání	19
základní informace	20
4. TVORBA VÝROBNÍHO POSTUPU	21
4.1 Broušení polotovaru	21
4.2 Soustružení polotovaru	21
4.2.1 Kontrola obrobku.....	30
4.3 Zakládání dílců do manipulačních palet	35
4.4 Odmašťování dílce	35
4.5 Namátková kontrola.....	36
4.6 Balení	36
5. PROGRAM PRO SOUSTRUŽENÍ.....	38
5.1 Tvorba programu	39
6. ZÁVĚR S EKONOMICKÝM ZHODNOCENÍM	47
6.1 ekonomická analýza.....	47



6.2 Zhodnocení	49
7. POUŽITÁ LITERATURA	51
8. SEZNAM OBRÁZKŮ	52
9. SEZNAM STROJŮ	53
10. SEZNAM NÁSTROJŮ A MEŘIDEL	54
10.1 Měřidla	54
10.2 Nástroje používané při soustružení	54
11. SEZNAM ROVNIC	55
12. SEZNAM TABULEK	56
13. SEZNAM FUNKCÍ	57
13.1 G - funkce	57
13.2 M – funkce	57



1. ÚVOD

Tato bakalářská práce vznikla na základě požadavků firmy Decoleta a.s. Základním požadavkem zadavatelské společnosti je zpracovat výrobní postup a ekonomickou rozvahu pro připravovanou výrobu nové součástky, speciálního šroubu, viz podrobněji viz kapitola 3.

Nejprve bych Vám ráda představila společnost Decoleta a.s.

1.1 DECOLETA A.S.

1.1.1 Historie společnosti

Decoleta navázala na úspěšnou éru soustružení dílců sahající až k roku 1971 v tehdejší společnosti Tesla Jihlava, jejíž byla až do úplného osamostatnění součástí. Díky nákupu licencí na výrobu speciálních konektorů se tehdy dostala ke špičkovým hodinářským technologiím výroby precizních soustružených dílců malých průměrů zprvu na vačkových a později na numericky řízených švýcarských dlouhotočných soustružnických automatech.

Samostatná akciová společnost Decoleta, a.s. vznikla 1.4.2007 po krátkém mezistupni, kdy od 1.10.2006 byla v rámci restrukturalizace Tesly Jihlava soustružnická výroba soustředěna do nově vzniklé divize přesné soustružení.

1.1.2 O firmě

Decoleta se specializuje na výrobu velmi přesných rotačních součástí do průměru 20 mm v objemech statisíců a milionů kusů za rok. Převažující část produkce tvoří dodávky zákazníkům především z automobilového průmyslu, významný podíl výrobků je i nadále určen pro další zpracování v Tesle Jihlava, a.s. ale i měřících přístrojů a elektroniky.

V trendu používání spolehlivých švýcarských automatů firmy Tornos pokračují i v současné době, pouze rozšířily strojní park o podobné vysoce spolehlivé automaty japonské firmy Star. Při nákupu nových technologií sledují nejen trendy vývoje ale i poměr výkon/cena, potřeby náhradních dílů, energetickou náročnost apod.



Firma vlastní následující stroje:

- - *dlouhotočné soustružení*
 - - Star SR-20
 - - Star SB-16
 - - Star SR-10
 - - Tornos Deco 10
 - - Tornos Deco 13
 - - Tornos Deco 20
 - - Tornos Gamma 20



Obrázek 1 – Star SR 20

Proces: CNC dlouhotočné soustružení (stroje s posuvným vřeteníkem)

Zpracovávaný materiál: tyče a trubky, obvykle kruhového průřezu

Maximální průměr: 20 mm

Počet řízených os: až 9

Velikost výrobní dávky: od 20 000 kusů výš

Roční vyrobené množství: až 1 milion kusů na 1 stroj

- - *vačkové jednovřetenové automaty*
 - - Tornos MS-7
 - - Tornos R-10



Obrázek 2 – Tornos MS – 7

Proces: vačkové dlouhotočné soustružení (stroje s posuvným vřeteníkem)

Zpracovávaný materiál: tyče a trubky, obvykle kruhového průřezu

Maximální průměr: 7 až 10 mm

Doplňkové aparáty: vstříčné i boční vrtací, frézovací

Velikost výrobní dávky: od 50 000 kusů výš

Roční vyrobené množství: až 5 milionů kusů na 1 stroj

- - *vícevřetenové soustružení – CNC vícevřetenové automaty*
 - - Tornos Multideco 20/6
 - - Tornos Multideco 20/8



Obrázek 3 – Multideco 20/8

Proces: CNC soustružení (vícevřetenové stroje)



Zpracovávaný materiál: tyče a trubky, obvykle kruhového průřezu

Maximální průměr: 20 mm

Počet řízených os: až 23

Velikost výrobní dávky: od 100 000 kusů výš

Roní vyrobené množství: až 5 milionů kusů na 1 stroj

Výše uvedené informace byly čerpány z webovských stránek firmy Decoleta a.s. [5]

V současné době počítá firma Decoleta a.s. s dalším rozšiřováním výrobních kapacit a nákupem dalších strojů.



2. ZÁSADY PRO TVORBU VÝROBNÍHO POSTUPU

2.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Stručný popis základních pojmů a výrazů používaných při tvorbě výrobního postupu.

- **Strojírenská výroba** – je souhrn procesů jejichž výsledkem jsou strojírenské výrobky. Strojírenskou výrobu dělíme do tří výrobních fází:

- Předzhotovující
- Zhotovující
- Dohotovující.

Předzhotovující výrobní fáze zahrnuje výrobní procesy strojírenských polotovarů jako jsou: vývalky, výlisky, odlitky apod. Další výrobní fází je fáze zhotovující, ta zahrnuje výrobní procesy součástí. Poslední výrobní fáze – dohotovující zahrnuje výrobní procesy montážních jednotek.

- **Strojírenský výrobek** – je výrobek, který vzniká v určité strojírenské výrobně-hospodářské jednotce (výrobním systému). Výrobní systém musí být ekonomicky relativně samostatný (např. dílna, provoz, závod apod.). Za výrobek můžeme považovat jednoduché součásti, ale také komplexní montážní jednotky složené z mnoha součástí, vytvořených v předchozích výrobních cyklech. Ne vždy musí být tyto výrobní cykly součástí jednoho výrobního systému.
- **Výrobní proces** – je proces, ve kterém vzniká konkrétní výrobek. Výrobní proces dělíme, více či méně úspěšně, na dvě části: technologickou a pracovní. V technologické části procesu dochází k proměně polotovaru (např. změnou jeho tvaru či stavu apod.), zatím co v pracovní části procesu se vytváří podmínky pro vykonávání technologického procesu (např. nastavení stroje, manipulace s polotovarem apod.).
- **Výrobní systém** – je systém, ve kterém se uskutečňuje výrobní proces. Jednotlivé prvky výrobního systému, též označované jako výrobní faktory (činitele), jsou objekty výroby (souhrnné označení materiálů, polotovarů,



výrobků), subjekty (souhrnné označení pracovních sil – pracovníků) a výrobní prostředky (souhrnné označení strojů, zařízení a nářadí). Výrobní systém je tak do určité míry shodný s výrobně-hospodářskou jednotkou, není zde však, na rozdíl od výrobně-hospodářské jednotky, vyžadována ekonomická samostatnost. Výrobním systémem může být označován subsystém výše zmiňované výrobně-hospodářské jednotky. Takovýto subsystém může například představovat jeden stroj s příslušným vybavením a polotovarem výroby a lze jej také chápat jako technologickou soustavu. Výrobní systém obrábění pak může vypadat následovně: Stroj – Přípravek – Nástroj – Obrobek – Přípravek. Analogicky k tomu pak můžeme sestavit výrobní systém pro montáž, popř. i jiné činnosti.

- **Výrobní operace** – je část výrobního procesu, která se uskutečňuje na jednom pracovišti bez přerušení.

- **Výrobní náklady (jednotkové)**

Jsou náklady na jednotku výroby (výrobek, kus) určované dle kalkulačního vzorce:

$$N[kč / ks] = m + M \cdot \left(1 + \frac{R_v + R_s}{100} \right) + \frac{P}{n}, \quad (1)$$

kde

N – výrobní náklady [Kč/ks],

m – jednotkové materiálové náklady [Kč/ks], dané v případě speciálního polotovaru přímo jeho cenou nebo v případě univerzálního se určí z jeho hmotnosti a kilogramové ceny jeho materiálu,

M – jednotkové mzdové náklady [Kč/ks], tj. mzda jednicových výrobních dělníků, určené z výkonových norem [Nh] a příslušných mzdových tarifů [Kč/Nh],

R_v – výrobní režie - odpisy, údržba a provoz výrobních prostředků, mzda režijních výrobních dělníků, náklady na energii, pomocný materiál, atd. [% z M],

R_s – správní, podniková režie – odpisy, údržba a provoz budov, mzdy



technických, administrativních a řídicích pracovníků, atd.

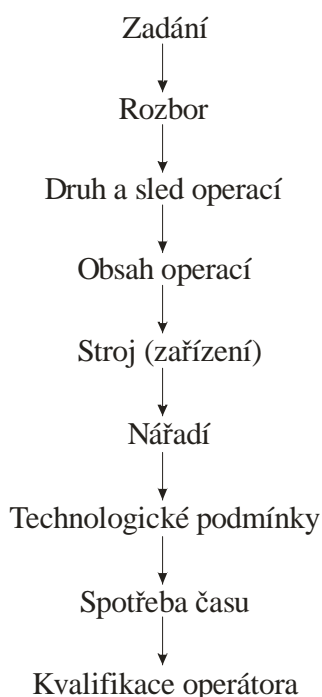
[% z M],

P – náklady na pořízení, údržbu a provoz speciálních výrobních prostředků [Kč],

n – předpokládaný počet výrobků, který bude pomocí speciálních prostředků vyroben [ks], stanoví se z výrobního objemu a jeho trendu během životností těchto prostředků.

2.2 TVORBA VÝROBNÍ POSTUP

Výrobní postup je sled na sebe navzájem navazujících operací, které popisují dílčí úkony a požadavky na technické a technologické vybavení pracoviště, včetně požadavků na kvalifikaci obsluhy a časové a ekonomické náročnosti. Při návrhu výrobního postupu se postupuje dle schématu na Obrázek 4.



Obrázek 4 – Jednotlivé kroky při tvorbě výrobního postupu

Součástí běžné technologické praxe je i návrat v průběhu tvorby výrobního postupu zpět k předchozímu kroku, toto se dělá především v případech kdy zjistíme, že naše předchozí úvahy byly nesprávné nebo nezohledňovaly všechny potřebné aspekty plánované výroby. Například pokud zjistíme při popisování obsahu jednotlivých operací, že je nutné včlenit ještě jeden úkon, oproti plánovaným,



musíme se vrátit minimálně o jeden krok zpět, tj. musíme přepracovat druhy a sled plánovaných operací popřípadě upravit a přepracovat celý rozbor výrobního postupu.

2.2.1 Zadání

Zadání neboli výchozí podklady musí obsahovat údaje o požadovaném výrobku, který chceme vyrábět. Dále by mělo být uvedeno požadované množství které má být vyrobeno. Požadované vyrobené množství nemá z technologického hlediska vliv na postup výroby, v běžné praxi však slouží jako další doporučující faktor pro volbu navrhovaných technologií tak, aby byla dosažena maximální efektivnost.

Výchozími podklady obsahujícími údaji o výrobku jsou výrobní výkresy, pokud se dílec skládá z více částí, pak je součástí dokumentace i kusovník, v kterém najdeme všechny potřebné charakteristiky jednotlivých částí dílce.

Ze zadávací dokumentace musí být patrné následující konstrukční charakteristiky součásti [2]:

- Tvar – je dán souborem ploch, které tvoří rozhraní mezi součástí a jejím okolím.
- Rozměry – lze rozlišovat z pohledu technologie na rozměry velikosti a poloh jednotlivých ploch. Důležitou vlastností rozměrů je jejich tolerance (přesnost). U rozměrů je důležité rozlišovat, zda se jedná o rozměr vnější (hřídel), vnitřní (díra) a nebo rozměr smíšený.
- Drsnost – udává míru nerovností povrchu a obvykle bývá v určité vazbě s jeho tolerancí rozměrů.
- Polotovar – je definován třemi základními vlastnostmi. Za prvé se jedná o druh polotovaru, zde rozlišujeme zda má charakter speciální (např. odlitek, výkovek, atd.), nebo charakter univerzální (např. tyč, plech atd.). Druhou základní vlastností polotovaru je jeho velikost. Velikost polotovaru, resp. jeho rozměry, je odvozena z vnějších rozměrů obrobku zvětšených o tzv. přídávky na obrábění. Poslední důležitou vlastností, udávanou u polotovaru, je materiál, z něhož je vyroben. Materiál polotovaru je totožný s materiálem obrobku a obvykle bývá charakterizován číslem příslušné normy, popř. jiným kódem.



- Zvláštní požadavky – jsou požadavky, které jsou kladené na součást a které se nedají vyčíst ze zadávací dokumentace. Například požadavek na určitou tvrdost, kterou lze dosáhnout pouze kalením, drsnost určité plochy výrobku, kterou nedocílíme při běžném opracování apod. .

2.2.2 Rozbor

Účelem rozboru je seznámení se s výrobkem, pro který budeme navrhovat technologický postup, a s jeho konstrukční dokumentací. Zároveň s tím je třeba provést kontrolu konstrukčních charakteristik, tj. kontrola úplnosti a správnosti charakteristik, atp.

Je třeba také přihlédnout k předpokládané sériovosti výroby a vytvořit si představu o technologickém postupu. Zvážit pro a proti jednotlivých možných výrobních postupů a zvolit takový, který bude co možná nejefektivnější jak z výrobního, tak z ekonomického hlediska. Dále musíme prověřit korespondenci konstrukčních charakteristik s naší technologickou představou (prověřujeme technologičnost konstrukce).

2.2.3 Návrh výrobního postupu

V návrhu výrobního postupu se určí druhy operací, které nelze oddělit od určení jejich sledu. V případě, že obrobek je tvořen z více částí, z polotovarů které přicházejí až na montáž, se určuje nejprve sled a druh technologické operace při obrábění, kde se mění tvar polotovaru v obrobek. Následně se určí technologické operace tepelného zpracování a povrchových úprav, kterými se mění stav obrobku. Tato operace se včlení do základního sledu obráběcích operací, stejně jako operace netechnologické (jejichž potřeba je vyvolaná prováděním určitých technologických operací).

Pro určování druhu a sledu operací platí:

- druh operace – je dán především požadovaným tvarem obrobku, přesností rozměrů a drsností jeho ploch. V případě, že existuje více způsobů, kterými lze dosáhnout požadovaných vlastností, volí se ten který je přiměřený sériovosti výroby.
- sled operací (úseků) – musí směřovat od hrubších operací až



k jemnějším. Od ploch již obrobených k neobrobeným.

2.2.4 Obsah (popis) operací

Obsah operací ve výrobním postupu se vyjadřuje soupisem jednotlivých operací a jim příslušejících úkonů. Jednotlivé úkony musí být popsány jednoznačně a srozumitelně. Při popisu jednotlivých úkonů se obvykle volí popis formou imperativu (rozkazovacího způsobu), tj. např. soustružit z $\varnothing D_0$ na $\varnothing D_1$ v délce l_1 , apod. Podrobnost popisu jednotlivých operací a úkonů je závislá především na jejich důležitosti a způsobu provedení. Způsobem provedení je myšleno, zda je popisovaný úkon prováděn strojově či obsluhou. U některých operací není výjimkou popis jednotlivých pohybů jež mají být vykonány. Takto podrobných popisů se využívá zejména pro normování operací.

V běžné technologické praxi se však pro popis jednotlivých operací používá celý popis operací a úkonu je chronologicky seřazen v tabulce. Zápis ve formě tabulky se volí právě z důvodu srozumitelnosti a pochopitelnosti pro operátora provádějícího předepsané úkony.

2.2.5 Stroj (zařízení)

Při volbě stroje a zařízení pro určitou operaci musíme respektovat tři zásady, pro volený stroj:

- Musí odpovídat svými technologickými možnostmi pro danou operaci
- Aby byl v podmínkách dané sériovosti optimální
- A také aby splňoval omezující podmínky

Výsledkem by měl být stroj určitého druhu a velikosti. Volený stroj musí odpovídat především druhu operace pro kterou je volen. Druh operace je např. pro operaci soustružení, frézování-soustruh, frézka apod. , další specifikace

2.2.6 Nářadí

Nářadím jsou myšleny nástroje (aktivní nářadí), přípravky, upínače, měřidla (pasivní nářadí).

Při volbě nástroje se snažíme vybírat především ze sortimentu dostupných standardních nástrojů, které jsou hromadně vyráběné a jejichž cenová dostupnost bývá také nejlepší. Pokud však z nějakého důvodu není možné použít standardních nástrojů, pak musíme s ohledem na ekonomickou zátěž, vztaženou k sériovosti



výroby a životnosti nástroje, zvolit jinou variantu. Můžeme například uvažovat s úpravou standardního nástroje (např. máme požadavek na upichovací nůž o jiné než standardní šíři, dejme tomu o šíři 4,7 mm, v takovém případě může požadované šíře dosáhnout přebroušením upichovacího nože o standardní šíři, větší než je požadovaná, v našem modelovém příkladě můžeme použít k tomuto účelu nůž standardní šíři 5 mm). V případech nelze získat požadovaný nástroj úpravou standardního musíme přikročit k ekonomicky nejnáročnější variantě a tou je výroba speciálního nástroje. I v takovémto případě ovšem postupujeme s ohledem na funkčnost, životnost a ekonomickou náročnost nástroje a možnostech jeho využití v plánované výrobě.

2.2.7 Technologické podmínky

Jsou podmínky za nichž se uskutečňují technologické úkony, neboli úseky operace. U obrábění se v technologickém postupu uvádí jenom řezné podmínky např. hloubka řezu, posuv a řezná rychlost (posuv). Uvádí se ještě parametry nastavení stroje a to pro každý úsek dané operace.

Technologické podmínky musí být optimální, aby umožňovali dosažení předepsaného výsledku operace u jednotlivých úseků a to s minimálními náklady.

Volba technologických podmínek závisí na řadě podmínek v širším pojetí. Tím se myslí charakteristika jednotlivých prvků technologické soustavy obrábění (např.: polotovaru – jeho materiálu a rozměrech, přesnosti a drsnosti obrobku, geometrii a materiálu nástroje, výkonu a tuhosti stroje apod.).

Při operaci hrubování se volí řezné podmínky v pořadí vlivu na produktivitu, při hloubce řezu, posuvu a na nich dále závisí řezná rychlost, aby odpovídala optimální trvanlivosti. A to proto, aby bylo dosaženo maximální produktivity, kterou nám umožňuje výkon a tuhost zvoleného stroje.

2.2.8 Spotřeba času

Spotřeba času se ve výrobním postupu udává jako norma času, tj. předepsaná spotřeba času na provedení operace. Stanovená norma času by měla být dodržována. Odchylka skutečné spotřeby času na měřený úkon od stanovené normy času může být způsobena nesprávnou normou času, nebo nedodržením technologického postupu. V každém případě má tato odchylka negativní vliv na ekonomickou, nebo kvalitativní efektivitu operace. Což má za následek snížení produktivity, resp. kvality



prováděné operace.

Na stanovení normy času (normování výkonu) je třeba věnovat patřičnou pozornost. Dříve na stanovování normy času byla specializovaná profese, v současnosti při používání počítačových programů, které se přímo zabývají stanovení normy času, není potřeba specializované profese.

2.2.9 Kvalifikace operátora

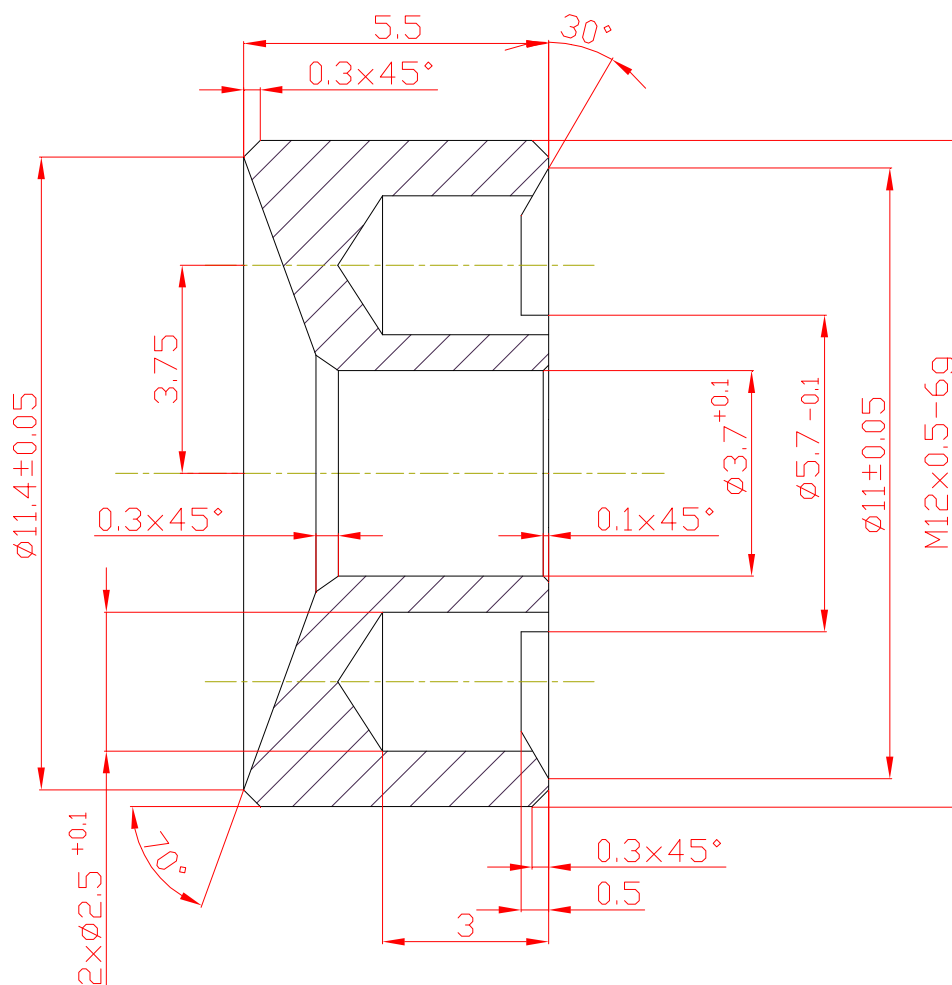
Každá operace vyžaduje stanovit požadavky nejen na výrobní prostředky (např. stroje, zařízení a nářadí apod.), ale i na operátora, který má tuto operaci provádět.

Jedná se tedy o kvalifikační požadavky, které bývají v postupu uvedeny kódem kvalifikační třídy podle podnikového katalogu.



3. VÝROBNÍ POSTUP SPECIÁLNÍHO ŠROUBU

3.1 ZADÁNÍ



Rz 16

Požadovaná drsnost povrchu je Rz 16, čemuž odpovídá Ra 1.6.

**ZÁKLADNÍ INFORMACE**

Zákazník požaduje výrobu součásti z materiálu X14CrMoS17, kterému odpovídá ocel dle ČSN 17140, jedná se o korozivzdornou ocel dodávanou v tyčích o $\varnothing 13h9$ a délce 3000 ± 50 mm dle EN 10278 (ČSN 42 6515) její pevnost v tahu je R_m 550-750 MPa.

Předpokládaný objem výroby je 2 miliónu kusů za rok. Pro návrh výrobního postupu budeme dále uvažovat pouze s tímto množstvím, tj. s 2 milióny kusů ročně.

Provedení:

Na obou stranách konců tyčí stražené hrany $2 \times 45^\circ$.



4. TVORBA VÝROBNÍHO POSTUPU

V celém průběhu výrobního procesu je třeba dbát zvýšené opatrnosti při jakékoli, zejména ruční, manipulaci s výrobky, aby nedošlo k nežádoucímu mechanickému poškození výrobku, které by mělo za následek jeho nenávratné znehodnocení a tím i vyřazení z dalšího procesu.

4.1 BROUŠENÍ POLOTOVARU

Operace broušení polotovaru bude prováděna, v případě nutnosti, na stojanové brusce BL 3A. V průběhu této operace bude broušením zarovnán konec tyče tak, aby bylo možné s pomocí kleštiny dobře uchytil polotvar a zajistit tak požadovanou kvalitu dalšího zpracování. V případě nákupu polotovaru se sraženým a zarovnaným koncem tyče, takovým, které umožní bezproblémové uchycení pomocí kleštiny, se tato operace provádět nebude. Výrobní postup pak bude začínat operací „soustružení polotovaru“, viz následující kapitola 4.2.

4.2 SOUSTRUŽENÍ POLOTOVARU

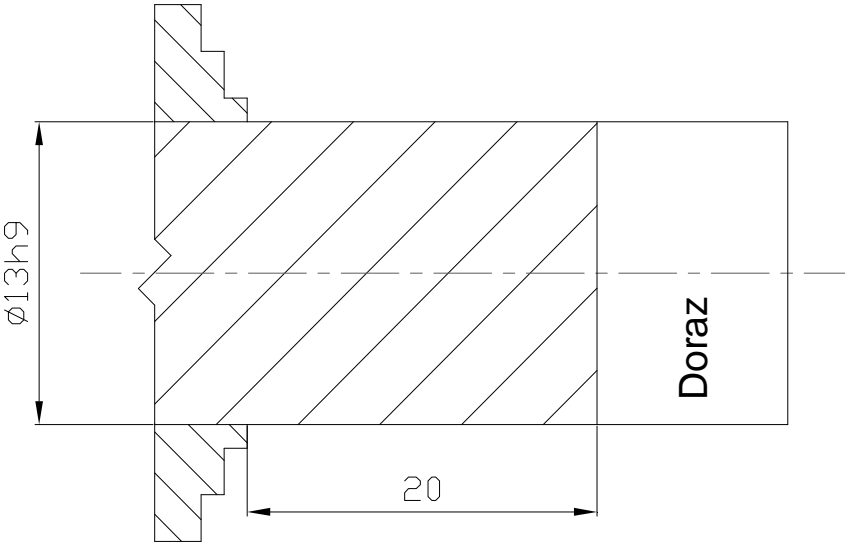
Operace se bude provádět na soustružnickém automatu MULTIDECO 20. Stroj byl vybrán na základě odpovídajících technologicko-ekonomických vlastností, které umožní výrobu požadovaného speciálního šroubu v požadované kvalitě a množství. Dalším důležitým aspektem pro výběr právě tohoto stroje bylo to, že jej zadavatelská firma Decoleta a.s. vlastní. Tento požadavek byl při výběru stroje klíčový, především z důvodu minimalizace vstupních nákladů na zahájení výroby zadaného speciálního šroubu.

Nástroje pro opracování polotovaru, uvedené níže v

Tabulka 1, byly vybrány na základě technických a technologických požadavků ze sortimentu nástrojů běžně používaných zadavatelskou firmou Decoleta a.s. Sortiment nástrojů běžně používaných zadavatelskou firmou je pro naše potřeby dostatečný, z tohoto důvodu se nemusíme zabývat dodatečným výběrem, popř. výrobou, speciálních nástrojů.

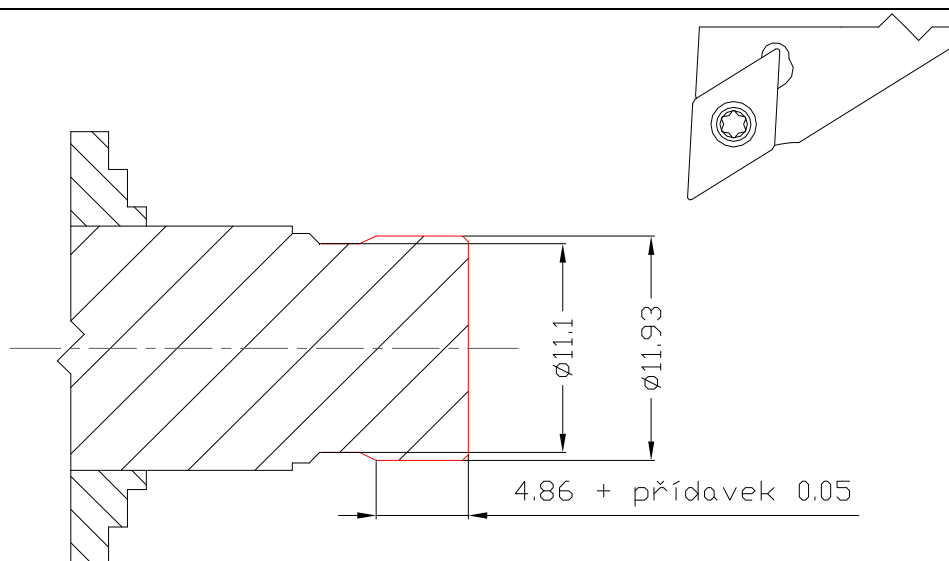


Tabulka 1 – Tabulka postupu úseků

Úseky	Obrázek a popis
1	<div></div> <ul style="list-style-type: none">- Vysunout tyč až k dorazu.- Odsunout dorazem.- Použité nářadí: Vřetenová kleština – Schaublin Art. 72 – 1820 B34 Doraz



2



1. Zarovnat čelo polotovaru (odebírání se 0,5 mm) a soustružit na $\varnothing 11,93$ mm v délce 4,86+0,05 mm. Soustružená část je na obrázku vždy vyznačena červeně.

- Použité nástroje:

Držák Walter PDJCR 1616 H11

VBD Walter DCMT11T304-PS5 WAM20

Při soustružení:

Řezná rychlost $v = 75 [m/min]$

Otáčky vřetene:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (2)$$

Kde n - otáčky vřetene [ot/min]

v - řezná rychlost [m/min]

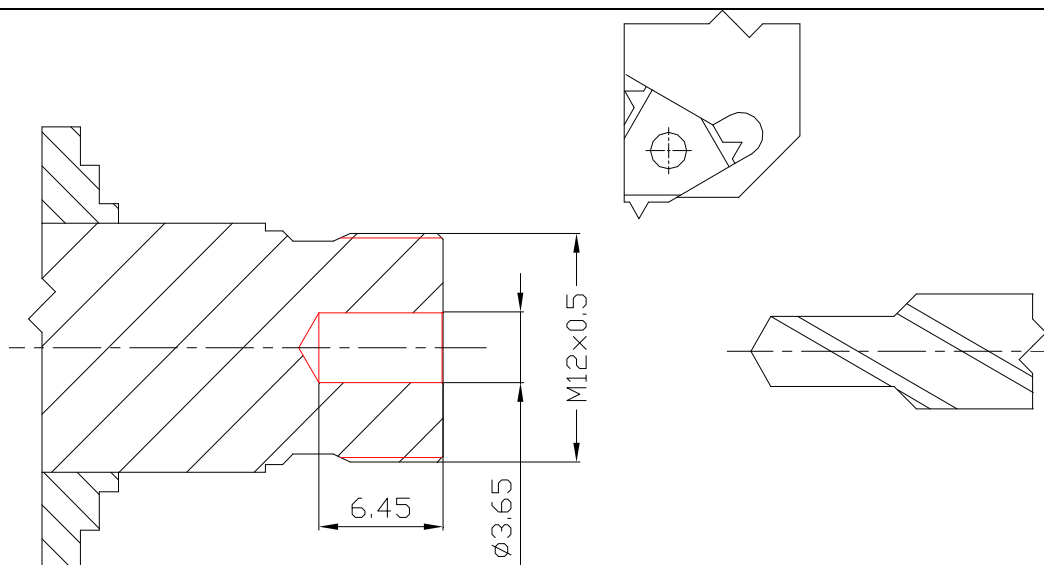
D - průměr obrobku [mm]

$$n = \frac{1000 \cdot 75}{\pi \cdot 12} = 1989,44 \text{ ot/min} \Rightarrow n = 2000 \text{ ot/min}$$

Poznámka: řezná rychlost při soustružení byla zjištěna v literatuře [6] a platí i níže.



3



1. Soustružit závit M12x0,5 v délce 5,5 mm na nečisto.

- Použité nástroje:

Držák Sandvik R166.4FG-1616-16

VBD Iscar 16ER0,50 ISO IC908

Při soustružení závitu:

Řezná rychlost: $v = 75 [m/min]$

Otáčky vřetene vypočítáme dosazením do (2).

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 75}{\pi \cdot 12}$$

$$n = 1989,44 \text{ ot/min} \Rightarrow n = 2000 \text{ ot/min}$$

2. Vyvrtat otvor o $\varnothing 3,65$ mm a to do hloubky 6,45 mm.

- Použité nástroje:

Šroubový vrták

Při vrtání:

Posuv při vrtání: $n = 0,06 \text{ ot/min}$

Řezná rychlost:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (3)$$

Kde v – řezná rychlost [m/min]

D - je max. průměr vrtáku [mm]



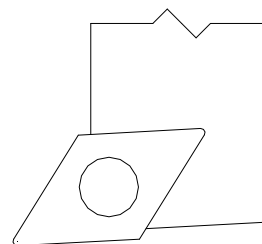
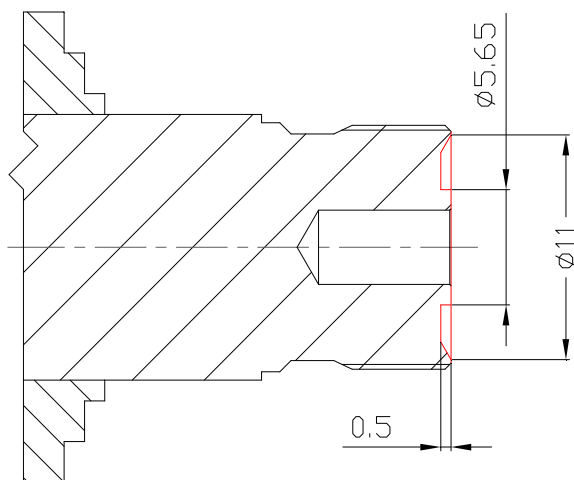
n – posuv při vrtání [ot/min]

$$v = \frac{\pi \cdot 3,65 \cdot 0,06}{1000}$$

$$v = 0,689 \cdot 10^{-3} \text{ m/min}$$

Poznámka: posuv při vrtání byl zjištěn v literatuře [6] a platí i níže.

4



1. Soustružit čelní zápichy od $\varnothing 5,65$ mm do $\varnothing 11$ mm v hloubce 0,5 mm.

- Použité nástroje:

Držák Plansee EVM-10920 SDUCR 1616

VBD Sandvik DCMT 070202-MF 1025

Při soustružení:

Řezná rychlost: $v = 75 \text{ [m/min]}$

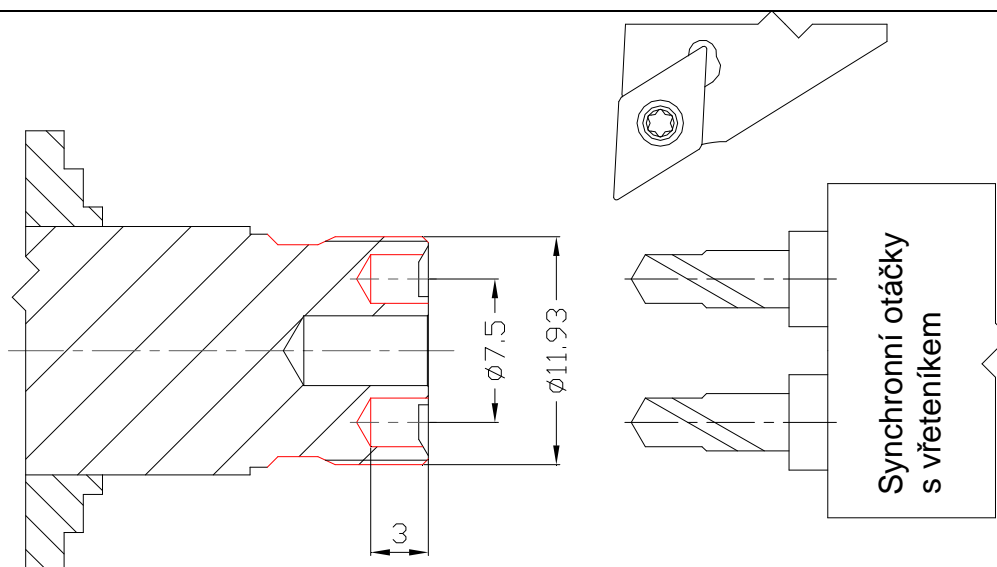
Otáčky vřetene vypočítáme dosazením do (2)

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 75}{\pi \cdot 11}$$

$$n = 2170,3 \text{ ot/min} \Rightarrow n = 2000 \text{ ot/min}$$



5



1. Vrtat čelní otvory o $\varnothing 3,7$ mm do hloubky 3 mm.

- Použité nástroje:

Speciální šroubový vrták (firma ho používá na jiné výrobky)

Při vrtání:

Posuv při vrtání: $n = 0,06 \text{ ot} / \text{min}$

Řeznou rychlost vypočítáme dosazením do vztahu (3)

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 3,7 \cdot 0,06}{1000}$$
$$v = 0,697 \cdot 10^{-3} \text{ m} / \text{min}$$

2. Soustružit povrch polotovaru.

- Použité nástroje:

Držák Walter PDJCR 1616 H11

VBD Walter DCMT11T304-PS5 WAM20

Při soustružení závitu:

Řezná rychlost: $v = 75 [\text{m} / \text{min}]$

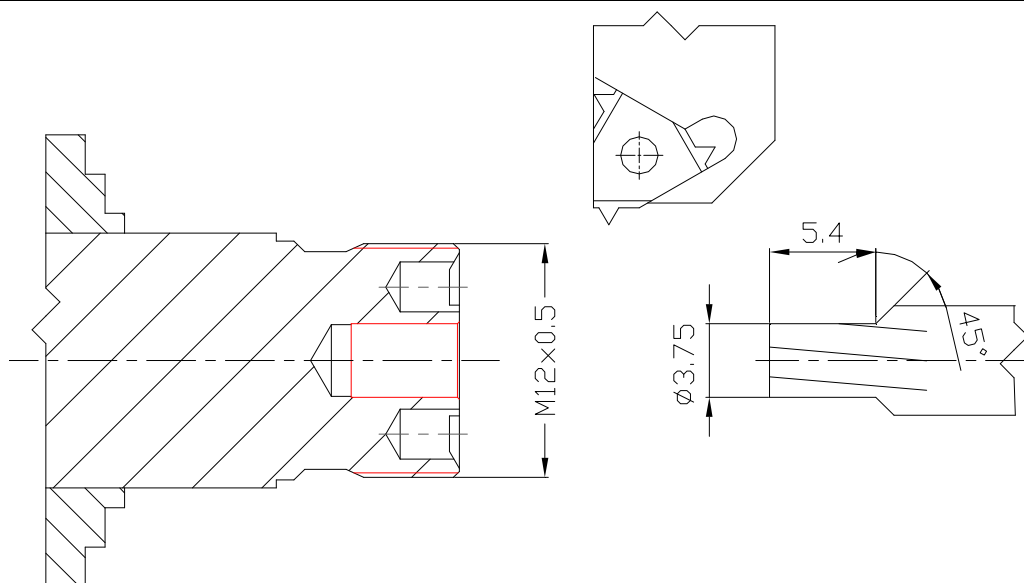
Otáčky vřetene vypočítáme dosazením do (2)

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 75}{\pi \cdot 11,92}$$

$$n = 2002,79 \text{ ot} / \text{min} \Rightarrow n = 2000 \text{ ot} / \text{min}$$



6



1. Řezat závit načisto M12x0,5 v délce 5,5 mm.

- Použité nástroje:

Držák Sandvik R166.4FG-1616-16

VBD Iscar 16ER 0,50 ISO IC908

Při soustružení závitu:

Řezná rychlost: $v = 75 [m / min]$

Otáčky vřetene vypočítáme dosazením do (2)

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 75}{\pi \cdot 12}$$
$$n = 1989,44 \text{ ot} / \text{min} \Rightarrow n = 2000 \text{ ot} / \text{min}$$

2. Vystružit otvor na $\varnothing 3,75$ mm do hloubky 5,4 mm.

- Použité nástroje:

Výstružník Plansee EVM-10893

Výkyvný držák – použije se proto, nýbrž daný stroj neumožňuje vystředit vřetena.

Při vrtání:

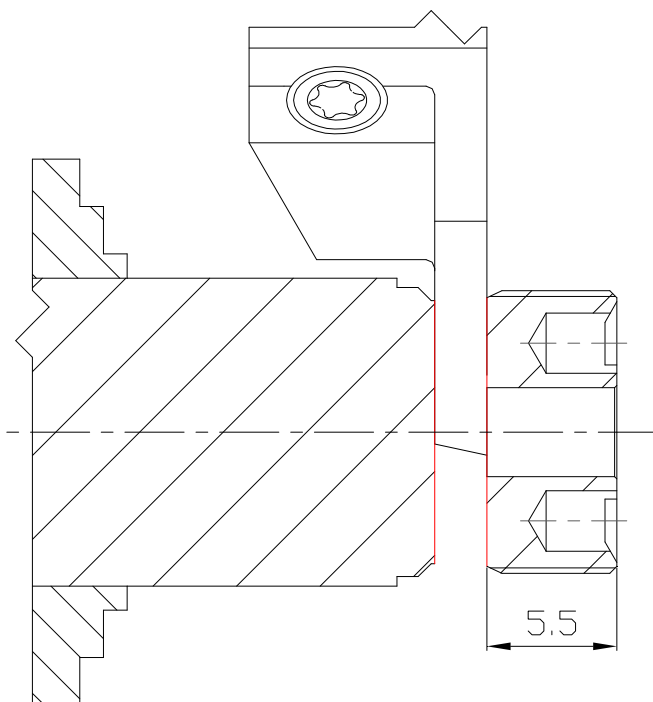
Posuv při vrtání: $n = 0,06 \text{ ot} / \text{min}$

Řeznou rychlost vypočítáme dosazením do vztahu (3)

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 3,75 \cdot 0,06}{1000}$$
$$v = 0,707 \cdot 10^{-3} m / \text{min}$$



7



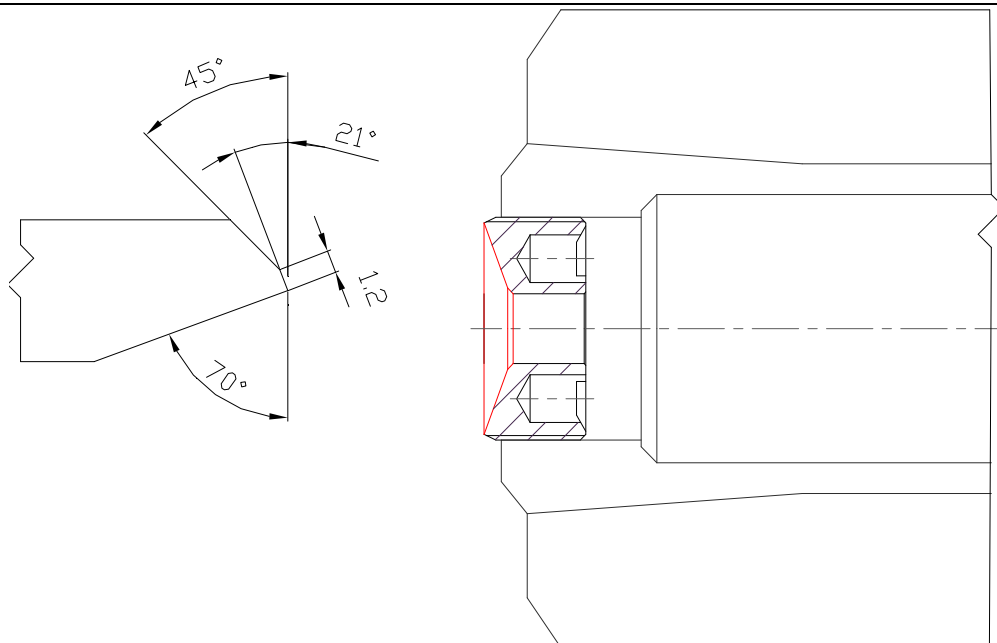
1. Upíchnout obrobek.

- Použité nástroje:

Adaptér Iscar DGAD 2N

Držák Iscar DGTL 1616-2

VBD Iscar DGR 2200JS-6D IC354

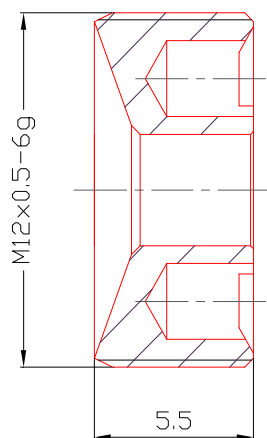
**8**

1. Obrobek se uchytí do protivřeteníku a tvarovým nožem se soustruží vnitřní sražení.

- Použité nástroje:

Tvarový nůž ZWT 1823 Nr.238

VHM Ø10x45 T062023

Náčrt

Náčrt finálního výrobku.

Vysvětlivky:

VBD – výměnná břitová destička



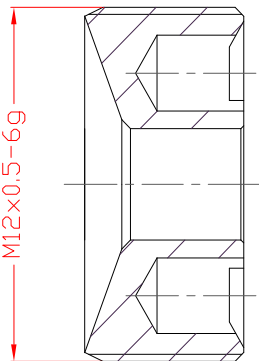
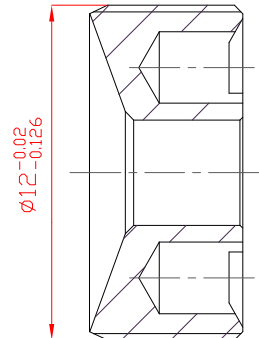
4.2.1 Kontrola obrobku

Během soustružení bude prováděna hodinová kontrola dílců a to vždy po jedné výrobní hodině. Toto měření bude provádět tzv. létací kontrola.

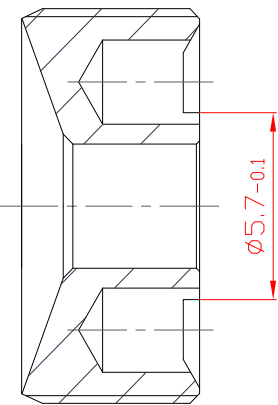
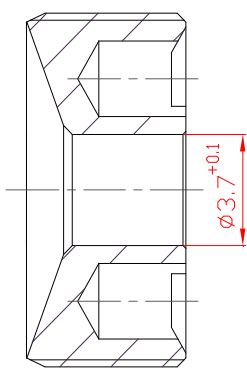
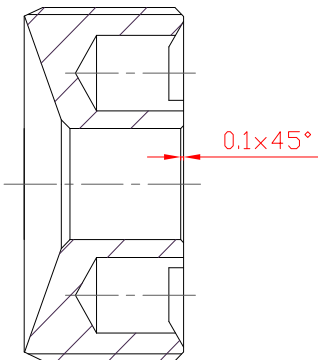
Kontrola odebere z vyrobených kusů jeden kus, které bude zkontrolovány.

Kontrole budou podléhat následující parametry výrobku viz Tabulka 2, měřicí přístroje používané pro měření jednotlivých parametrů jsou uvedeny v téže tabulce vždy v příslušném řádku.

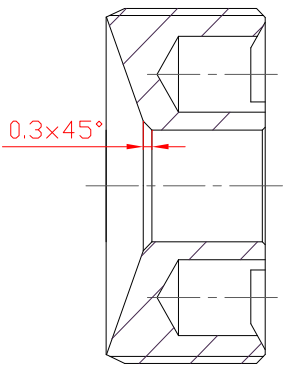
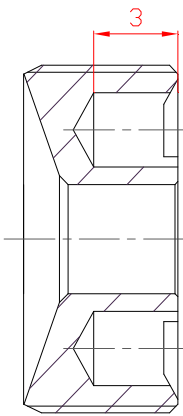
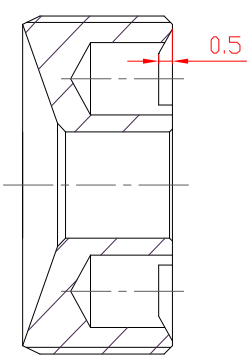
Tabulka 2 – Tabulka kontrolovaných vlastností obrobku

Rozměr	Měřidla	Technologické poznámky
M12x0,5 – 6g 	Závitové kroužky – dle DIN 13 a vzhledová kontrola.	Kontrola vnější závitů. Vzhledová kontrola provede vizuální kontrolu celistvosti závitů pomocí lupy
$\varnothing 12_{-0,126}^{-0,02}$ 	Mikrometr – dle DIN 863	Velký průměr závitů

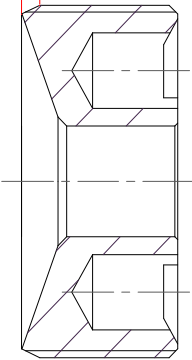
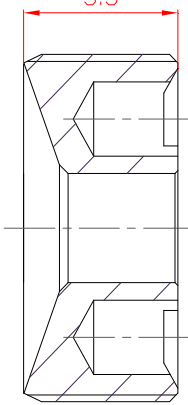
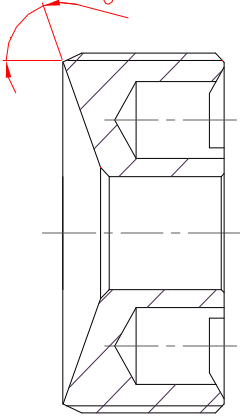


<p>$\varnothing 5,7_{-0,1}$</p> 	Digitální posuvka - dle DIN 862	
<p>$\varnothing 3,7^{+0,1}$</p> 	Kalibr - dle DIN 2269	
<p>$0,1 \times 45^\circ$</p> 	Mikroskop – dle ČSN EN ISO 8503-3	

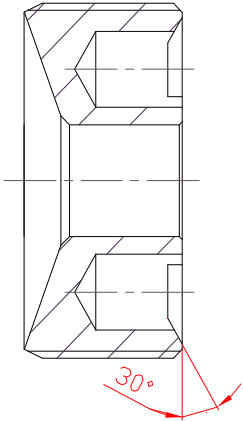
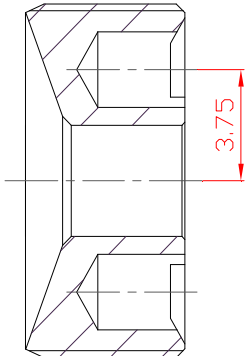
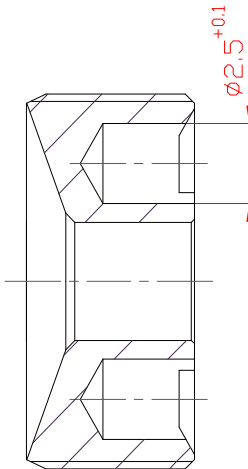


<p>0,3x45°</p> 	<p>Mikroskop - dle ČSN EN ISO 8503-3</p>	<p>Vnitřní rozměr sražení.</p>
<p>3</p> 	<p>Nástavná měrka – dle DIN 2269</p>	
<p>0,5</p> 	<p>Nástavná měrka – dle DIN 2269</p>	



<p>0,3x45°</p> <p>0.3x45°</p> 	<p>Mikrometr - dle DIN 863</p>	<p>Vnější rozměr sražení</p>
<p>5,5</p> <p>5.5</p> 	<p>Digitální posuvka – dle DIN 862</p>	
<p>úhel 70°</p> <p>70°</p> 	<p>Konturoměr – FORMTACER CS-3200</p>	



<p>úhel 30°</p> 	<p>Konturoměr – FORMTACER CS-3200</p>	<p>Zápich</p>
<p>3,75</p> 	<p>Mikroskop – dle ČSN EN ISO 8503-3</p>	
<p>2x Ø 2,5^{+0,1}</p> 	<p>Kalibr – dle DIN 2230</p>	
<p>Rz16 (Ra 1,6)</p>	<p>Drsnoměr – HOMMEL TESTER T1000, lupa</p>	<p>Změření drsnosti a lupou zkontrolovat vzhled</p>



4.3 ZAKLÁDÁNÍ DÍLCŮ DO MANIPULAČNÍCH PALET

Tato operace se provádí při výrobě součástí.

1. Obsluha uloží výrobky do speciálních pracích palet s trny, z důvodu ochrany závitu před možným mechanickým poškozením.
2. Ke každé práci dávce, prací dávkou je myšlena prací paletka s dílci, musí obsluha vložit štítek, na kterém budou uvedeny následující informace:
 - datum
 - číslo stroje
 - číslo šarže materiálu
 - osobní číslo seřizovače
 - osobní číslo kontrolora tzv. lítací kontroly
3. Prací paletu s dílci odnese obsluha do místa k tomu určenému. Toto místo je na dílně označeno nápisem: *Odkládací místo pro dílce před praním.*
4. Následuje odeslání k další operaci.

4.4 ODMAŠŤOVÁNÍ DÍLCE

Odmašťování bude prováděno v pračce ROLL v odmašťovacím zařízení RWTVS 48-032-020-02. Tento způsob praní je ekologický, protože se provádí v parách perchloru s uzavřeným okruhem a nulovými emisemi do ovzduší.

1. Před praním:
 - Dílce v pracích paletkách obsluha vloží do pracího boxu. Prací box je součástí originálního příslušenství pračky.
2. Prací boxy naskládá obsluha do pračky a spustí program pro odmaštění dílců.
3. Po praní:
 - Obsluha vyndá prací boxy z pračky a přerovná dílce do blistrů společně s průvodním štítkem, viz předchozí kapitola 4.3. Ke každé dávce s výrobky musí být vložen sáček s tabletami. Jedná se o antikorozivní tablety ANTICORIT VCI UNI-T od fy Fuchs, v 1 sáčku jsou 3 tablety.
4. Následuje odeslání dílce k další operaci.



4.5 NAMÁTKOVÁ KONTROLA

Metodika měření namátkové kontroly je totožná s kontrolním měřením popsaným v kapitole 4.2.1 v Tabulka 2. Rozdíl je pouze takový, že kontrola náhodně vybere z celé dávky 10 kusů. Tyto kusy změří a porovná s výkresem. Pak buď kusy pošle na další operaci, nebo zablokuje pro šatné hodnoty.

4.6 BALENÍ

1. Pracovník vizuálně zkontroluje výrobky narovnané v blistrech. Jedná se o blistr – code: m7252213001398
2. Blistry se přikryjí bublinkovou fólií, bublinky musí směřovat dolů. Tento úkon je nezbytný pro ochranu závitu před možným mechanickým poškozením.
3. Pracovník si připraví papírovou krabici, složí ji a pevně přelepí dno samolepící páskou. Používaná samolepící páska bude mít šíři alespoň 50mm. Papírová krabice bude mít standardní rozměry 420x210x220 mm.
4. Blistry budou do krabice rovnány střídavě. V jedné krabici bude srovnáno 18 blisterů, tj. celkově 1440 kusů.
5. Krabice musí být pečlivě dotěsněna, aby nedošlo k poškození dílců. Z tohoto důvodu se pro dotěsnění krabice použije prázdného blistru.
6. Krabice bude pevně uzavřena a přelepena samolepící páskou o šíři alespoň 50 mm.
7. Nakonec pracovník nalepí na viditelné místo na krabici štítek, na kterém budou uvedeny následující údaje:
 - typové číslo výrobku
 - počet kusů v krabici
 - číslo dávky
 - číslo šarže
 - číslo operace
 - datum
 - balil
 - kontroloval a razítko
 - číslo průvodky (slouží pro identifikaci dávky)
8. Krabice s dílci se odloží na paletu. Na jedné paletě se smí být vyrovnáno



maximálně 30 krabic.

9. Celá paleta bude po vyrovnání krabic zabalena fólií tak, aby se zabránilo nežádoucímu pohybu krabic na paletě při manipulaci a přepravě této palety.
10. Po dokončení všech výše uvedených operací a úkonů může být zboží odesláno na expedici a expedováno zákaznickovy.

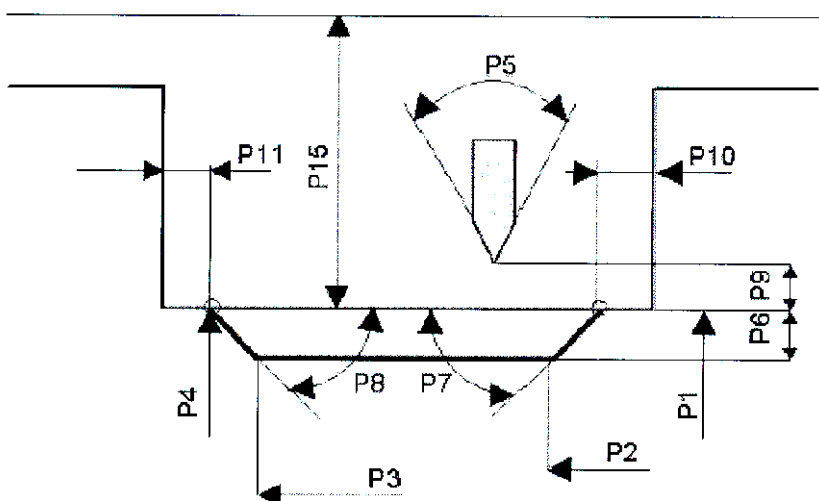


5. PROGRAM PRO SOUSTRUŽENÍ

Výrobní postup nejdůležitější operace byl zpracován formou programu. Při tvorbě programu pro soustružení se vychází z jednotlivých úseků navrženého technologického postupu, viz kapitola 4.2.

Při programování tvorby závitu, je použit program G933-MACRO, který usnadňuje programování závitu.

G933-MACRO – umožňuje programování řezání závitu jakéhokoliv typu: válcové, kuželové, vnější nebo vnitřní.



Obrázek 5 – Značení závitových parametrů

Tabulka 3 – Tabulka závitových parametrů

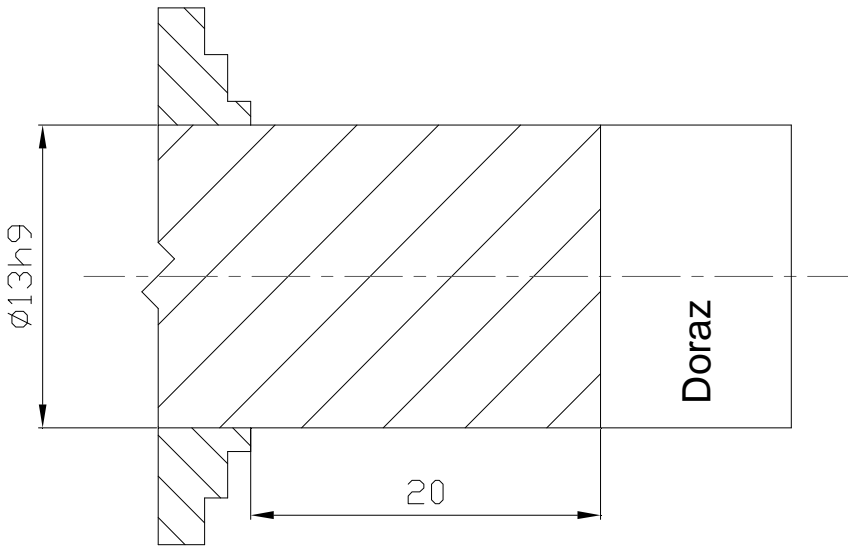
<i>Parametr</i>	<i>Lze tyto parametry neuvádět</i>	<i>Výchozí nastavení</i>	<i>Komentář</i>
P0	Ne	-	Najetí do výchozí pozice
P1	Ne	-	Počátek řezání závitu v X
P2	Ne	-	Počátek řezání závitu v Z
P3	Ne	-	Konec řezání závitu v X
P4	Ano	P1	Konec řezání závitu v Z
P5	Ano	60°	Závitový úhel nástroje
P6	Ano	0.61343 x P0 [mm]	Závitová výška (hloubka)



P7	Ano	45°	Úhel stoupání závitů na začátku
P8	Ano	45°	Ukončovací úhel na konci
P9	Ano	0.2[mm]	Bezpečnostní vzdálenost
P10	Ano	2 x P0 [mm]	Mechanické omezení na začátku závitu
P11	Ano	2 x P0 [mm]	Mechanické omezení na konci
P12	Ano	INT (P1 + 0.5)	Počet průchodů nahrubo
P13	Ano	2	Počet dokončovacích průchodů
P14	Ano	2	Počet nečinných průchodů
P15	Ano	$(P3-P2) \times 0.5 - 0.1 + P6 + P9$ [mm]	Max. mechanický limit v X
P16	Ano	1	Návrat nástroje do klidové polohy

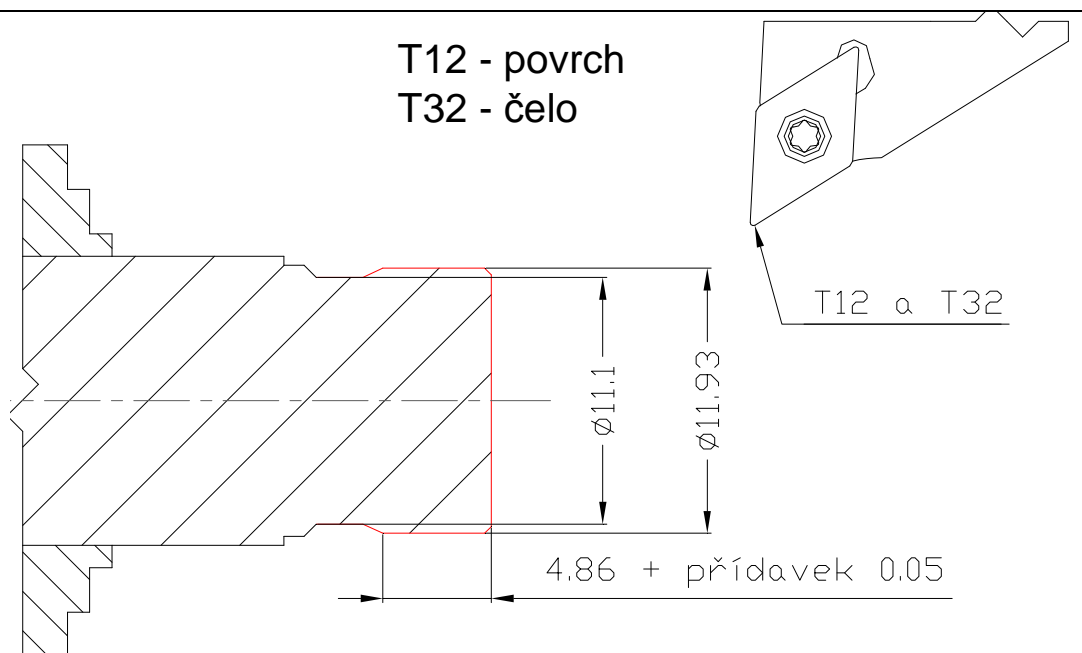
5.1 TVORBA PROGRAMU

Tabulka 4 - Jednotlivé kroky při tvorbě programu

Úseky	Obrázek a popis
1	 <p>Zde nám program umožní pouze vepsání středícího důlku, což v našem případě není potřeba, tedy nebudeme zde nic programovat. Jelikož stroj je na vysunutí materiálu naprogramovaný od výrobce.</p>



2



Soustružení povrchu a zarovnání čela

G1 Z12=1 X2=35 G100 T12 (příjezd nástroje T12)

G1 X2=25 G100

G1 Z12=1.2 X2=11.93 G100 T12 G42 (soustružení povrchu)

G1 Z12=-5.06 F0.13

G1 Z12=-5.76 X2=11.1 F0.05

G1 Z12=-7.85 F0.15

G1 Z12=-9.31 X2=14

G1 X2=15 G100 G40

G1 Z12=-0.8 X2= 12.93 G100 T32 G41 (zarovnání čela T32)

G1 Z12=0.05 X2=11.23 F0.05

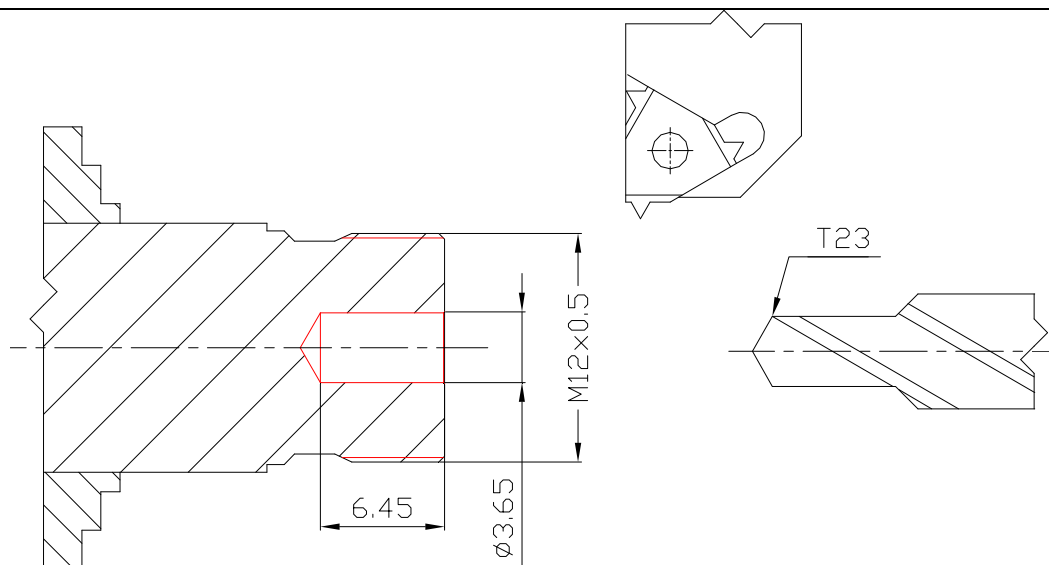
G1 X2=-0.5 F0.15

G1 Z12=3 G100 G40

G1 Z12=1 X2=35 G100 (odjezd nástroje)



3



Řezání závitu nožem – hrubování

G1 X3=25 G100 (příjezd nože T13)

(*BEGIN G933.ASS*)

(*P0=0.5 P1=12.0 P2=1.7 P3=-7.2 P4=12.0 P5=60 P12=5 P13=0
P14=1 *)

(*ISO-CODE G933.ASS:*)

M103 S2000

G1 Z13=1.7 G100

G1 X3=13.0 G100

M150

G933 P0=0.5 P1=12.0 P2=1.7 P3=-7.2 P4=12.0 P5=60 P12=5
P13=0 P14=1

M151

G1 X3=20.0 G100

(* END G933.ASS*)

G1 Z13=2 X3=60 G100

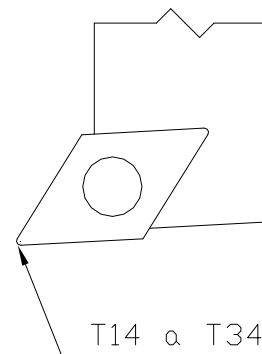
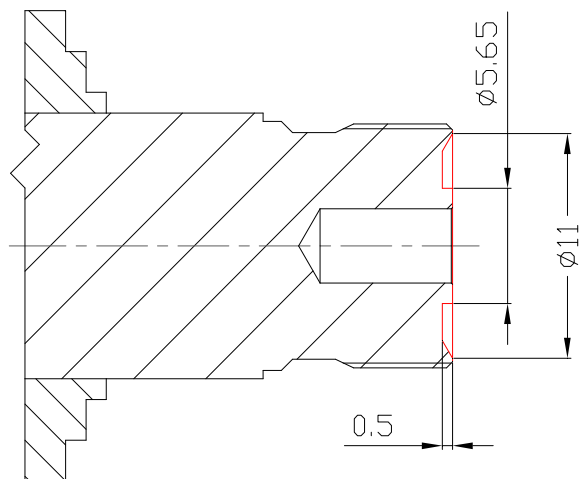
Středění a vrtání D=3,7mm

G1 Z23=1.5 G100 (příjezd nože T23)

G1 Z23=-1.5 F0.035

G1 Z23=-6.5 F0.06

G1 Z23=30 G100 (odjezd nože T23)

**4**

Zarovnání čela a zápich čela drážky

G1 Z14=0 X4=12.5 G100 (příjezd nože T14)

G1 Z14=0 G100 T14

G1 X4=11 F0.02

G1 Z14=-0.5 X4=9.268 F0.02

G1 X4=5.65 F0.05 T34

G1 Z14=0

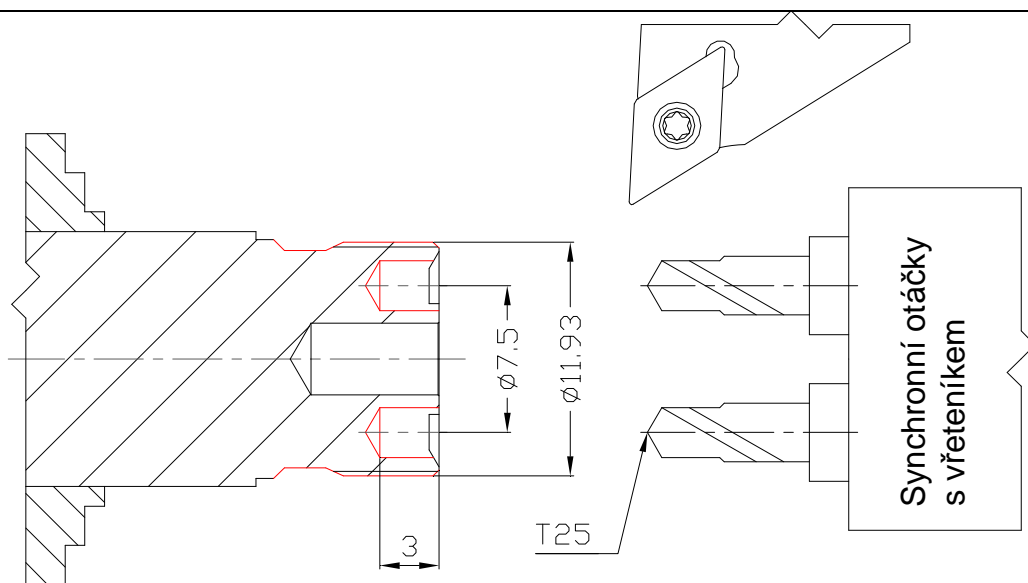
G1 X4=3.5

G1 Z14=2 G100 T14

G1 X4=30 G100 (odjezd nože T14)



5



Odjehlení povrchu závitu:

G1 X5=25 G100 (přísun nože T15)

G1 Z15=1.5 X5=9 G100 G42

G1 Z15=1 X5=9.33 G100

G1 Z15=-0.3 X5=11.93 F0.06

G1 Z15=-4.96 F0.15

G1 Z15=-5.69 X5=11.1 F0.05

G1 Z15=-7.95 F0.06

G1 Z15=-9.31 X5=14

G1 X5=15 G100 G40

G1 Z15=1.5 X5=60 G100 T15 (odjezd nože T15)

Dvojitě vrtání:

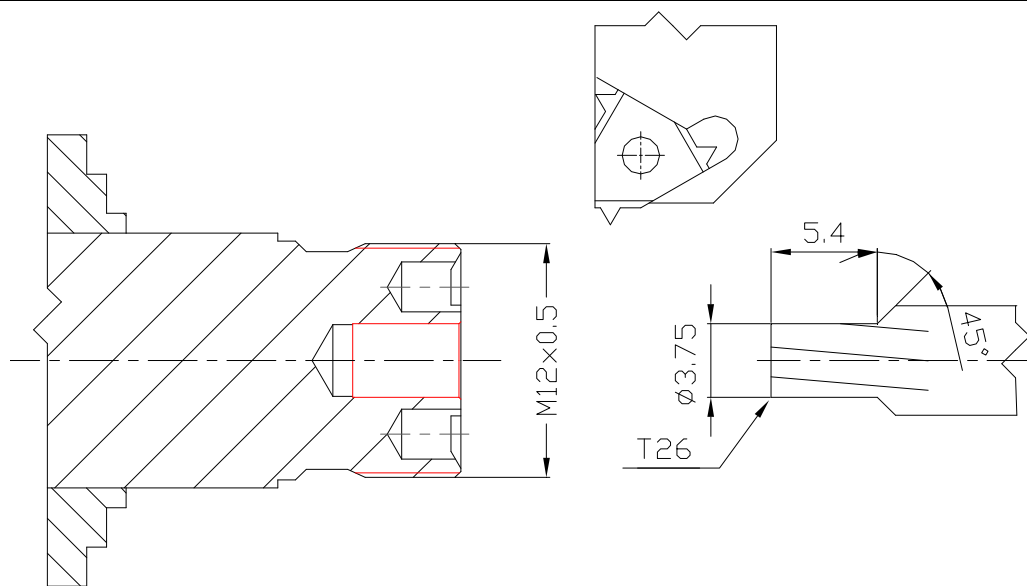
G1 Z25=4.8 G100 (příjezd vrtáků)

G1 Z25=-3.74 F0.04

G1 Z25=30 G100 (odjezd vrtáků)



6



Řezání závitu nožem – odjehlení

G1 X6=25 G100 (příjezd nože T16)

(*BEGIN G933.ASS*)

(*P0=0.5 P1=12.0 P2=1.7 P3=-7.2 P4=12.0 P5=60 P12=0 P13=1
P14=5 *)

(*ISO-CODE G933.ASS:*)

M103 S2000

G1 Z16=1.7 G100

G1 X6=13.0 G100

M150

G933 P0=0.5 P1=12.0 P2=1.7 P3=-7.2 P4=12.0 P5=60 P12=0
P13=1 P14=5

M151

G1 X6=20.0 G100

(* END G933.ASS*)

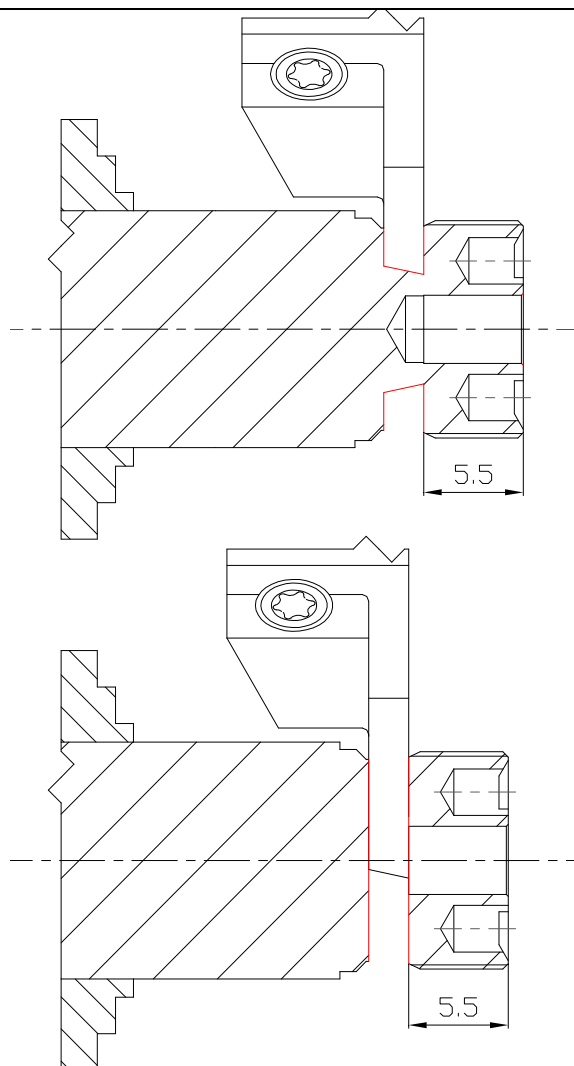
G1 Z16=2 X6=60 G100 T16 (odjezd nože T16)

Vystružování D=3,75mm a sražení hrany 0,1x45°

G1 Z26=1.5 G100 (příjezd nože T26)

G1 Z26=-5.5 F0.05

G1 Z26=30 G100 (odjezd nože T26)

**7**

Tato operace bude rozdělena na dva úseky.

Předúpich

G1 Z17=-5.5 X7=14 G100 (příjezd nože T17)

G1 X7=8 F0.05

G1 X7=15 F0.1

G1 Z17=1 X7=60 G100 T17 (odjezd nože T17)

Zápich

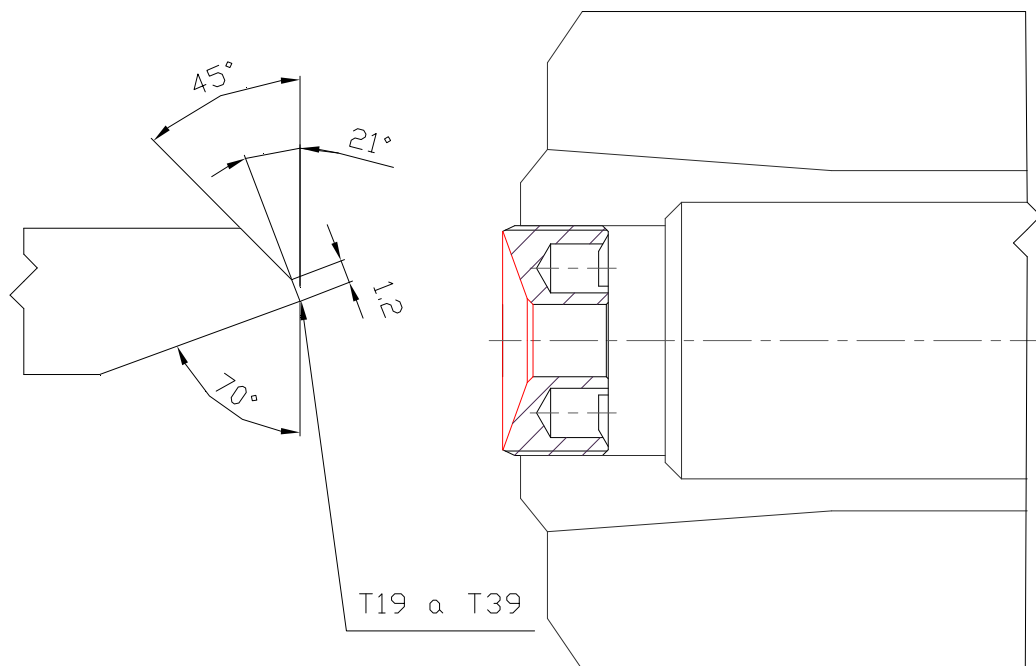
G1 X8=14.5 G100 (příjezd nože T18)

G1 X8=8.5 F0.08 (1.zápich)

G1 X8=2.5 F0.055 (zapichování)

G1 X8= #2011 F0.12

G1 X8=35 G100 (odjezd nože T18)

**8**

Soustružení vnitřního kužele a sražení

G1 Z28=1 X9=13 G100 T19 (příjezd nože T19)

G1 Z28=0 G100

G1 X9=11.4 F0.05

G1 Z28=-1.98 X9=0.49 F0.025

G1 Z28=-2.49 F0.05 T39

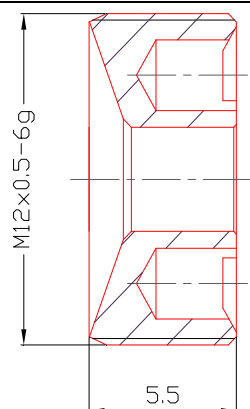
G1 Z28=0.5 X9=0.49 G100

G1 Z28=-2.49 F0.05 T39

G1 Z28=-1.98 G100 T19

G1 Z28=0 X9=11.4 F0.04

G1 X9=11.9 F0.05 (čelo – ploška)

Náčrt

Náčrt finálního výrobku.



6. ZÁVĚR S EKONOMICKÝM ZHODNOCENÍM

6.1 EKONOMICKÁ ANALÝZA

V následující kapitole se budeme zabývat ekonomickou analýzou výroby speciálního šroubu. Ekonomická analýza výroby slouží k odhadu nákladů spojených výrobou analyzovaného výrobku, v našem případě speciálního šroubu. Na základě výsledků ekonomické analýzy výroby se stanovuje i prodejní cena výrobku.

Jednotlivé vstupní údaje, nezbytné pro provedení ekonomické analýzy byly poskytnuty zadavatelskou firmou Decoleta a.s. Spotřeba materiálu, na výrobu speciálního šroubu, byla zjištěna pomocí specializovaného programu, poskytnutého pro tyto účely zadavatelskou organizací Decoleta a.s.

Zjištěná spotřeba materiálu je 9,069 kg/1000ks

Cena materiálu 2,90 EUR/kg – cena za 1 kg materiálu byla získána z nákupní databáze firmy Decoleta a.s.

Kurz přepočtu 25,30 Kč/EUR – kurz přepočtu Kč na EUR byl rovněž stanoven dle aktuálního kurzu používaného pro tyto účely firmou Decoleta a.s.

Pro výpočet materiálových nákladů použijeme níže uvedený vztah (4). Materiálové náklady budeme stanovovat pro 1000 ks. Toto množství jsme zvolili z několika důvodů. Prvním a nejdůležitějším z nich je, že analyzovaný výrobek je malý a lze tedy předpokládat, že i materiálové a výrobní náklady na jeho výrobu budou malé. Pokud bychom se tedy zabývali ekonomickou analýzou pouze jednoho kusu dopustili bychom se závažných chyb vlivem zaokrouhlování. Takto zjištěné výrobní náklady by byly zkreslené a mohlo by tak dojít k chybnému stanovení prodejní ceny.

$$m = s_m \cdot c \cdot k \quad (4)$$

Kde m – jsou materiálové náklady na uvažované množství výrobků

s_m – je spotřeba materiálu na uvažované množství výrobků

c – je cena materiálu

k – měnový kurz

Za pomoci specializovaného programu byla zjištěna spotřeba materiálu pro 1000 ks speciálních šroubů. Spotřeba pro uvedené množství je 9,069 kg/1000 ks.



Z firemní databáze byly zjištěny další údaje nezbytné pro výpočet materiálových nákladů:

- Cena materiálu 2,90 EUR/kg – cena za 1 kg materiálu byla získána z nákupní databáze firmy Decoleta a.s.
- Kurz přepočtu 25,30 Kč/EUR – kurz přepočtu Kč na EUR byl rovněž stanoven dle aktuálního kurzu používaného pro tyto účely firmou Decoleta a.s.

Dosazením výše uvedených údajů do vztahu (4) potom stanovíme materiálové náklady na výrobu m .

$$m = 9,069 \cdot 2,9 \cdot 25,3 \text{ Kč} / 1000 \text{ ks}$$

$$\underline{\underline{m = 665,3925 \text{ Kč} / 1000 \text{ ks}}}$$

Další položkou výrobních nákladů jsou mzdové náklady. Jedná se o náklady vynaložené na platy pracovníků, kteří se přímo podílejí na výrobě. Mzdové náklady může vypočítat podle vztahu (5).

$$M = \frac{S_c}{60} \cdot h_n \quad (5)$$

Kde M – jsou mzdové náklady na uvažované množství výrobků

S_c – je čas spotřebovaný na výrobu uvažovaného množství výrobků

h_n – je hodinová sazba pracovníka

V případech kdy se na výrobě podílí více pracovníků s diametrálně odlišnými hodinovými sazbami a nelze výsledné hodinové sazby spočítat jednoduše pomocí aritmetického nebo váženého průměru těchto sazeb, musíme stanovit mzdové náklady pro každého pracovníka zvlášť. Celkové mzdové náklady pak budou dány součtem všech dílčích mzdových nákladů.

Pro námi počítaný výrobek byla zjištěna spotřeba času a sazba pracovníka následovně:

- Spotřeba času 158 Nmin/1000ks
- Sazba pracovníka 86,3 Kč/hod

Dosazením do vztahu (5) potom stanovíme mzdové náklady M jako

Mzdové náklady:



$$M = \frac{158}{60} \cdot 86,3 \text{ Kč} / 1000 \text{ ks}$$

$$\underline{\underline{M = 454,51 \text{ Kč} / 1000 \text{ ks}}}$$

Vzhledem k tomu, že náklady na pořízení, údržbu a provoz speciálních výrobních prostředků P jsou rovné 0 (pro výrobu jsme použili pouze standardních nástrojů a zadavatelská firma Decoleta a.s. vlastní veškeré vybavení nezbytné pro výrobu speciálního šroubu), zbývá nám již pouze stanovit vlivy výrobní a správní režie.

Výrobní režie R_v zahrnuje náklady spojené s běžným provozem, údržbou používaných zařízení, včetně mezd pracovníků zabývajících se těmito úkony, nákupem spotřebního materiálu, atp.

V našem případě je výrobní režie $R_v = 250 \%$

Správní režie R_s zahrnuje náklady spojené s běžným provozem společnosti jako jsou náklady na mzdy režijních pracovníků (vedení, účtárna, ...), náklady na reklamu a propagaci společnosti, atd.

V našem případě je správní režie $R_s = 140 \%$

Výsledné výrobní náklady stanovované pro uvažované množství výrobků se určí jako součet všech dílčí nákladů, viz vztah (1).

Dosazením do vztahu (1) potom stanovíme výrobní náklady jako

$$N = m + M \cdot \left(1 + \frac{R_v + R_s}{100} \right) + \frac{P}{n}$$

$$N = 665,3925 + 227,2567 \cdot \left(1 + \frac{250 + 140}{100} \right) + 0$$

$$\underline{\underline{N = 1778,95 \text{ Kč} / 1000 \text{ ks}}}$$

6.2 ZHODNOCENÍ

Úkolem této bakalářské práce bylo vypracování výrobního postupu na výrobu speciálního šroubu pro firmu Decoleta a.s.

Při tvorbě výrobního postupu, jsem vycházela ze zadavatelské dokumentace, z požadavků firmy Decoleta a.s. na minimalizaci výrobních nákladů a modifikaci používaných výrobních prostředků zadavatelské společnosti Decoleta a.s. a



z požadavku na předpokládaný počet kusů, který má být vyrobený za jeden rok. Zásadním omezujícím kritériem byl požadavek na minimální zásahy do výrobních prostředků zadavatelské firmy. Decoleta a.s. se zabývá výrobou výrobků pro velké množství firem z odlišných odvětví průmyslu (automobilový průmysl, zdravotnictví, ...) s diametrálně odlišnými požadavky na zpracování výrobků. Důležitým prvkem pro poskytování kvalitních služeb v takovém to rozsahu je proto flexibilita a tím pádem i co možná největší univerzalita používaných výrobních prostředků.

Navržený postup dle mého názoru odpovídá všem výše jmenovaným požadavkům v maximální možné míře. Nejvyšší důraz byl pochopitelně kladen a na požadovanou kvalitu a množství výrobků.

Součástí bakalářské práce je zdrojový kód programu pro soustružnický automat MULTIDECO 20. Program byl vytvořen pro námi navržený výrobní postup. Součástí uvedeného zdrojového kódu jsou pouze uživatelské úseky výrobního postupu. Vývojové prostředí, ve kterém se vytváří výrobní postup pro soustružnický automat, disponuje rozsáhlou databází výrobních úkonů, které lze použít při tvorbě programu a parametrizovat. Díky tomu nemusíme ručně programovat každý pohyb (např: nemusíme programovat vysunutí materiálu, přísun odběrného korýtka apod.).

Součástí práce je i ekonomická analýza, ze které vyplývají nároky výrobních nákladů potřebných pro výrobu speciálního šroubu.



7. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ZELENKA, A. *Projektování výrobních systémů*. ČVUT, Praha 1995. 365s. ISBN 80-01-01302-2
- [2] DUŠÁK, K. *Technologie montáže. Základy*. TU v Liberci, Liberec 2005. 113s. ISBN 8-7083-906-6
- [3] CIBULKA, V.; NĚMEC, J. *Základní terminologie v oblasti projektování výrobních procesů a systémů*. ZČU v Plzni, Plzeň 2001. 60s. ISBN 80-7082-760-2
- [4] KLEINOVÁ, J. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*. ZČU v Plzni, Plzeň 2005. 90s. ISBN 80-7043-364-7
- [5] Informace o firmě Decoleta a.s. [cit. 26.únor 2013]. Dostupné na: www.decoleta.cz
- [6] TORNOS BECHLER, *Technická dokumentace SAS-16 DC* [B. r.]
- [7] JAN LEINVEBER, PAVEL VÁVRA. *Strojnické tabulky 1. vydání*, 2003 ISBN 80-86490-74-2



8. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Star SR 20	8
Obrázek 2 – Tornos MS – 7	9
Obrázek 3 – Multideco 20/8.....	9
Obrázek 4 – Jednotlivé kroky při tvorbě výrobního postupu.....	13
Obrázek 5 – Značení závitových parametrů.....	38



9. SEZNAM STROJŮ

1. Stojanová bruska BL 3A
2. Soustružnický automat MULTIDECO 20
3. Pračka ROLL a odmašťovací zařízení RWTVS 48-032-020-02



10. SEZNAM NÁSTROJŮ A MEŘIDEL

10.1 MĚŘIDLA

1. Závítové kroužky – dle DIN 13
2. Mikrometr – dle DIN 863 v rozsahu 0-25mm
3. Mikroskop - dle ČSN EN ISO 8503-3
4. Kalibr – dle DIN 2230
5. Měřidlo nástavná měrka - dle DIN 2269
6. Digitální posuvka – dle DIN 862
7. Konturoměr – FORMTACER CS-3200
8. Drsnoměr – HOMMEL TESTER T1000
9. Lupa – dle ČSN EN ISO 8503-3

10.2 NÁSTROJE POUŽÍVANÉ PŘI SOUSTRUŽENÍ

1. Držák Walter PDJCR 1616 H11
2. VBD Walter DCMT11T304-PS5 WAM20
3. Držák Sandvik R166.4FG-1616-16
4. VBD Iscar 16ER 0,50 ISO IC908
5. Šroubový vrták
6. Držák Plansee EVM.10920 SDUCR1616
7. VBD Sandvik DCMT 070202-MF 1025
8. Speciální šroubový vrták
9. Výstružník Plansee EVM-10893
10. Výkyvný držák
11. Adaptér Iscar DGAD 2N
12. Držák Iscar DGTL 1616-2
13. VBD Iscar DGR 2200JS-6D IC354
14. Tvarový nůž ZWT 1823 Nr. 238
15. VHM Ø 10x45 T062023
16. Vřetenová kleština – Schaublin Art. 72-1820 B34
17. Doraz

**11. SEZNAM ROVNIC**

$$N[kč / ks] = m + M \cdot \left(1 + \frac{R_v + R_s}{100} \right) + \frac{P}{n}, \quad (1) \dots\dots\dots 12$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (2) \dots\dots\dots 23$$

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (3) \dots\dots\dots 24$$

$$m = s_m \cdot c \cdot k \quad (4) \dots\dots\dots 47$$

$$M = \frac{S_c}{60} \cdot h_n \quad (5) \dots\dots\dots 48$$



12. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Tabulka postupu úseků.....	22
Tabulka 2 – Tabulka kontrolovaných vlastností obrobku.....	30
Tabulka 3 – Tabulka závitových parametrů.....	38
Tabulka 4 - Jednotlivé kroky při tvorbě programu	39



13. SEZNAM FUNKCÍ

13.1 G - FUNKCE

G1 – Lineární interpolace

G40 – Zrušení korekce břitu

G41 – Korekce břitu vlevo

G42 – Korekce břitu vpravo

G100 - Rychloposuv

13.2 M – FUNKCE

M150 – Přizpůsobení ručních posuvů a otáček

M151 – Zrušení přizpůsobení ručních posuvů a otáček